

2. Сеченов, П.А. Модели диссипативных структур струйно-эмульсионного металлургического реактора / П.А. Сеченов, В.П. Цымбал, А.А. Оленников // В сборнике: Металлургия: технологии, инновации, качество. 2015. С. 68–74.

3. Рошин, В.Е. Исследование процесса перехода капель металла через границу шлак-металл / В.Е. Рошин, О.Г. Иваненко, Д.Я. Поволоцкий // Изв. вузов. Черная металлургия. 1978. № 6. С. 45–48.

4. Кольцов, А.Т. Разрушение металлических капель в процессе обезуглероживания / А.Т. Кольцов, С.И. Филиппов, В.В. Яковлев // Изв. вузов. Черная металлургия. 1976. № 8. С. 86–89.

5. Меджибожский, М.Я. Экспериментальное исследование скорости выгорания углерода в жидких корольках металла, пребывающих в шлаке / М.Я. Меджибожский, О.Т. Фатхи // Изв. вузов. Черная металлургия. 1980. № 8. С. 26–29.

6. Сеченов, П.А. Алгоритмическая и программная реализация имитационной модели гравитационного сепаратора в колонном реакторе агрегата СЭР / П.А. Сеченов, В.П. Цымбал // Сборник докладов IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию кафедры и университета. – Екатеринбург: УрФУ, 2015. – С. 110–114.

УДК 621.783.223.2

А. С. Суворкина, Г. М. Дружинин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия,

ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники»

(ОАО «ВНИИМТ»), г. Екатеринбург, Россия

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ МЕТОДИЧЕСКОЙ ПЕЧИ С ИНЖЕКЦИОННЫМИ ГОРЕЛКАМИ НА ПОДОГРЕТОМ ВОЗДУХЕ

Аннотация

В ходе исследования было установлено, что методическая печь ЛПЦ-1 завода Arcelor Mittal Temirtay работает с низкими технико-экономическими показателями. Причина этого в системе отопления печи, которая нуждается в реконструкции. Ситуация усугубляется тем, что снизилось количество выпускаемого коксодоменного газа, также упало его качество.

На основании полученных результатов, были разработаны технические решения по устранению причин неудовлетворительной работы печи, заключающиеся в реконструкции системы отопления с учетом качества необходимого топлива.

Новая система отопления позволит уменьшить расход топлива, повысить давление до необходимого перед горелочным устройством, обеспечит меньшую зависимость от состава газа, тем самым улучшить нагрев металла. Производительность печи с новой системой отопления увеличится на 10%.

Ключевые слова: методическая печь, реконструкция системы отопления, инжекционные горелки, рекуператор, коксодоменный газ.

Abstract

The study found that the continuous furnace LPC-1 Arcelor Mittal Temirtay plant operates with low technical and economic indicators. The reason for this in the furnace heating system which is in need of renovation. The situation is compounded by the fact that the reduced number of produced coke, blast furnace gas, also dropped its quality.

Based on these results, we developed technical solutions to address the causes of unsatisfactory performance of the furnace, consisting of the reconstruction of the heating system based on the

quality of the necessary fuel.

The new heating system will reduce the amount of fuel required to increase the pressure in front of burner device provide less dependence on the composition of the gas, thereby improving the metal heating. Performance furnace with a new heating system will increase by 10%.

Keywords: continuous furnace; reconstruction of heating systems, injection burner, recuperate, koksodomenny gas.

Печь ЛПЦ-1 завода Arcelor Mittal Temirtay по конструкции методическая, рекуперативная, пятизонная с двухсторонним нагревом в сварочных зонах, торцевым посадом и выдачей толкательного типа. Печь служит для нагрева слябов, толщиной 240 мм, перед прокаткой на стане до температуры 1220°C. Производительность печи на холодном посаде составляет 205 т/ч. Схема печи представлена на рисунке 1.

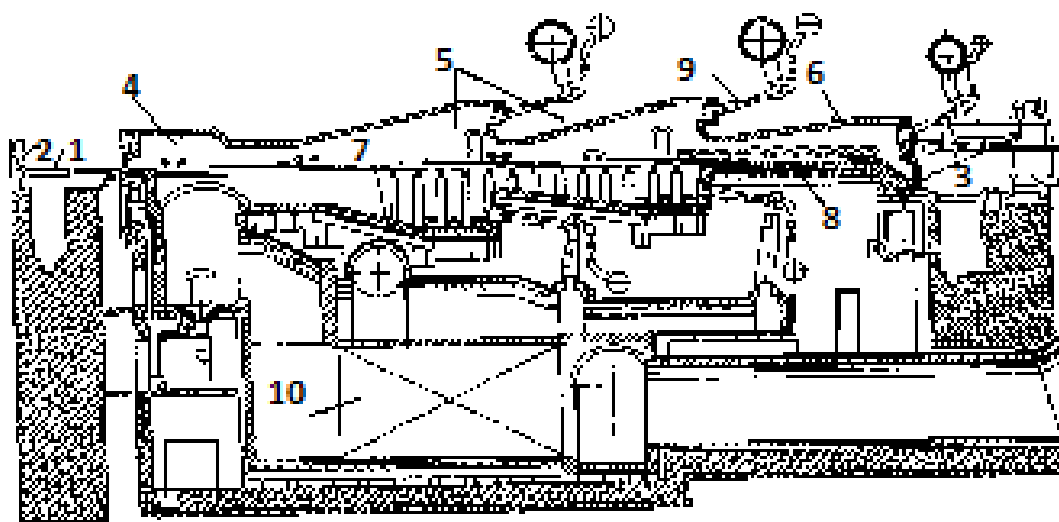


Рис. 1. Методическая печь с торцевой посадкой и выдачей, отапливаемая с помощью инжекционных горелок, установленных на пяти зонах отопления: 1 – рольганг загрузки; 2 – толкатель; 3 – рольганг выдачи; 4 – методическая зона; 5 – I и II сварочные зоны; 6 – томильная зона; 7 – глиссажные трубы; 8 – монолитная подина; 9 – инжекционная горелка; 10 – керамический блочный рекуператор

Движение слябов в методической и сварочных зонах печи осуществляется по шести глиссажным трубам, оборудованных рейтерами, которые позволяют уменьшить их охлаждающее влияние. А движение слябов в томильной зоне осуществляется по подине, выложенной блоками из плавленного корунда. Монолитная подина в томильной зоне печи способствует удалению темных пятен на металле, появившихся из за плохого прогрева в местах соприкосновения с глиссажными трубами.

Топливом для данной печи служит коксодоменный газ с теплотой сгорания 6700КДж/м³. Состав данного газа представлен в таблице 1.

Таблица 1

Состав косо-доменного газа, %.

| CO ₂ | CO | H ₂ | CH ₄ | C _m H _n | O ₂ | N ₂ | H ₂ O |
|-----------------|------|----------------|-----------------|-------------------------------|----------------|----------------|------------------|
| 11 | 25,2 | 7,8 | 2,7 | 0,2 | 0,1 | 50,7 | 2,3 |

Расход воздуха, необходимый для полного сжигания топлива составляет $L_{\alpha} = 1,197 \text{ м}^3/\text{м}^3$. Объем продуктов сгорания $V_{\alpha} = 1,572 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Печь оборудована однотипными инжекционными горелками в томильной зоне П235 и в сварочных зонах П270 для сжигания низкокалорийного газа на подогретом до 550°C воздухе. Такие горелки позволяют наиболее рационально использовать химическое тепло топ-

лива. Коэффициент расхода воздуха приближен к единице – 1,05.[1] Производительность по газу $1800\text{ м}^3/\text{ч}$. Расположение горелок в зонах – торцевое. Количество горелок – 51шт. Инжекционная горелка типа П представлена на рисунке 2.

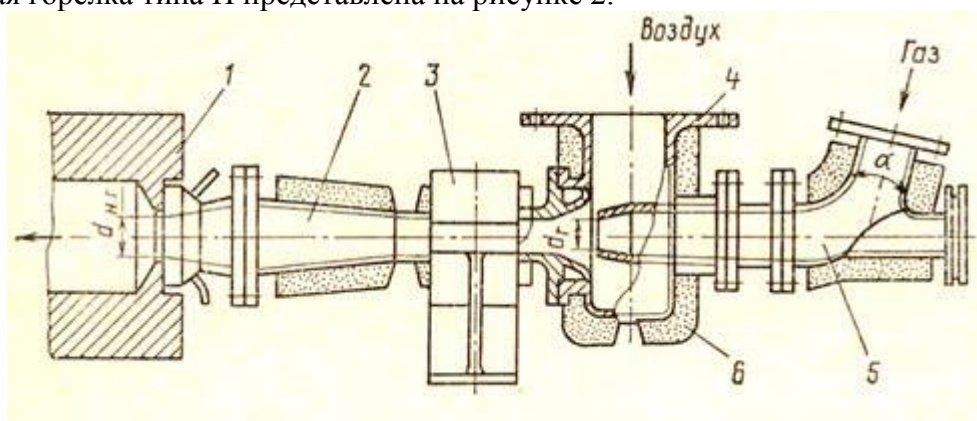


Рис. 2. Установка инжекционной горелки типа П со стойкой, коленом и дроссельным клапаном: 1 – туннель; 2 – горелка; 3 – опорная стойка; 4 – дроссель клапан; 5 – колено; 6 – изоляция

Воздух для горения засасывается из атмосферы через расположенный под печью керамический, одноходовой рекуператор, выполненный из шамотных блоков. Аэродинамическое сопротивление воздушного пути преодолевается за счет геометрического напора подогрева воздуха, движущегося вверх через рекуператор и воздухопроводы, а также в результате инжектирующего действия горелок, поэтому утечки воздуха практически нет [2]. Температура подогретого воздуха составляет 500°C . Конструкция данного рекуператора изображена на рисунке 3.

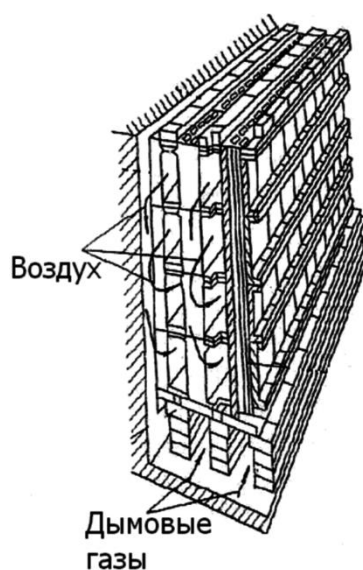


Рис. 3. Конструкция блочного керамического рекуператора

Активная длина пода печи – 35900мм, активная ширина пода печи – 9500мм, длина методической зоны – 6328мм, длин первой сварочной зоны – 10023мм, длина второй сварочной зоны – 104400мм, длина томильной зоны – 10180мм. Номинальное давление в рабочем пространстве под сводом печи не менее 2,0мм. вод. ст.

Данная печь имеет высокий удельный расход топлива – 2,7ГДж/т, средний уровень потерь металла от окалинообразования при нагреве заготовки более 20кг/т, высокий перепад температур по сечению заготовки до 100°C , а также низкий КПД – 35%. Ситуация усугубляется тем, что упала производительность чугуна и кокса, и как следствие уменьшилось количество получаемого коксодоменного газа, и снизилось его качество: колебания калорийности $1100\text{--}1400\text{ ккал/м}^3$, давлений 800 мм. вод. ст.

Для повышения технико-экономических показателей печи необходимо произвести реконструкцию ее системы отопления, а именно:

1) перестроить инжекционные горелки в двухпроводные (дутьевые), максимально используя преимущества первых. Это позволит им работать на низком давлении коксодоменного газа.

2) для инъекции воздуха горения через керамический рекуператор установить дымоходы – высокотемпературные вентиляторы, работающие при температуре воздуха до 700°C. Это поспособствует получению необходимого высокого давления на входе в горелочное устройство.

3) установить дополнительный металлический трубчатый рекуператор для подогрева коксодоменной смеси до 300°C в дымовом борове последовательно за воздушным рекуператором [3]. Применение подогрева газовой смеси в горелках низкого давления в результате улучшения условий воспламенения топлива и ускорения реакции горения ведет к сокращению длины факела и дает возможность работать с меньшим коэффициентом избытка воздуха. Что в свою очередь обуславливает дополнительную экономию топлива, так как сокращаются потери химического и физического тепла с уходящими из печи дымовыми газами.

После проведения модернизации удельный расход топлива снизится до 2,1 ГДЖ/т, снизятся потери металла с окалинообразованием на 20%, перепад температур по сечению металла станет 50°C, увеличится производительность печи на 10%.

Список использованных источников

1. Гущин С.Н, Казяев М.Д., Крюченков Ю.В., Кутин В.Б., Лобанов В.И., Ярошенко Ю.Г. Теория и практика теплогенерации: учебник. Изд 2-е. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2005. – 379 с.

2. Кривандин В.А, Белоусов В.В, Сборщиков Г.С. и др. Теплотехника металлургического производства. Т.2. Конструкция и работа печей: Учебное пособие для вузов. – М.: МИСИС, 2001. – 736 с.

3. Тебеньков Б.П. Рекуператоры для промышленных печей. – М.: Металлургия, 1975. – 296 с.

УДК 536.242:536.421

А. И. Цаплин, В. Н. Нечаев, И. Л. Никулин

ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, Россия

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В АППАРАТАХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГУБЧАТОГО ТИТАНА С РАЗЛИЧНЫМ ЦИКЛОВЫМ СЪЕМОМ

Аннотация

Приведены результаты численного моделирования, полученные на основе математической модели, описывающей динамику неравновесного теплообмена в технологическом процессе восстановления титана из его тетрахлорида в расплаве магния. Для промышленных аппаратов с цикловым съёмом 4,8 и 7,0 т губчатого титана получены поля температур и функции тока в расплаве магния.

Ключевые слова: губчатый титан, расплав магния, теплообмен, математическая модель.

Abstract

The results of numerical modeling obtained on the basis of a mathematical model describing the dynamics of non-equilibrium heat and mass transfer in the technological process of titanium